

PAT-NO: JP408138210A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 08138210 A

TITLE: PRODUCTION OF THIN-FILM MAGNETIC HEAD

PUBN-DATE: May 31, 1996

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

YOSHIMIZU, HISANORI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

VICTOR CO OF JAPAN LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP06299014

APPL-DATE: November 8, 1994

INT-CL (IPC): G11B005/31

ABSTRACT:

PURPOSE: To improve the yield of stages for producing a thin-film coil by preparing a member to be etched formed with a mask member having prescribed coil patterns on an inorg. insulating film by a photoresist layer.

CONSTITUTION: An electrode 15 is composed of a constituting part 15a which is composed of a conductive material, such as, for example, aluminum or copper, having a good electrical conductivity, and a constituting part 15b on the end face side of the constituting part 15a. A member 17 to be etched is placed on the constituting part 15b composed by using silicon nitride at the end of the electrode 15. This member 17 to be etched is subjected to dry etching by using fluorine based etching gases of fluorocarbon, etc., such as, for example, CHF₃, or by a reactive ion etching method.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-138210

(43) 公開日 平成8年(1996)5月31日

(51) Int.Cl.⁶

G 1 1 B 5/31

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

A 8940-5D

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平6-299014

(22) 出願日 平成6年(1994)11月8日

(71) 出願人 000004329

日本ビクター株式会社

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地

(72) 発明者 吉水 久典

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地
日本ビクター株式会社内

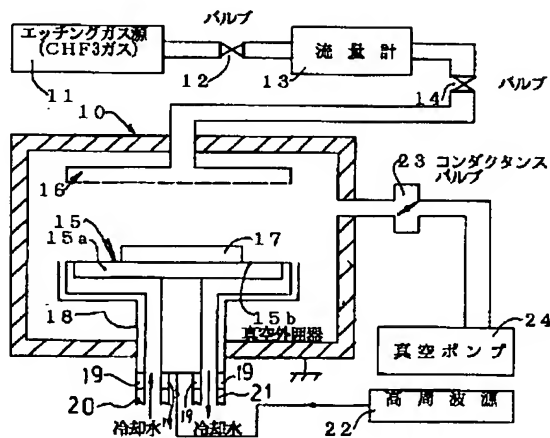
(74) 代理人 弁理士 今間 孝生

(54) 【発明の名称】 薄膜磁気ヘッドの製作方法

(57) 【要約】

【目的】 所要の特性を有する薄膜磁気ヘッドを歩留り良く製作する。

【構成】 フォトリソスト層で所定のコイルパターンマスク部材を無機絶縁膜上に形成させた被エッチング部材17が載置される電極15は、被エッチング部材17が載置されていない部分の電極15の表面に窒化シリコンを露出させてある。CHF₃ガスのプラズマにより被エッチング部材17の無機絶縁膜に、リアクティブイオンエッチング法によるドライエッチングを行なせるときに、CHF₃ガスのプラズマが、電極15の表面に露出している窒化シリコンに射突して発生したCN基が、マスク材のフォトリソスト層の表面物質と反応して、表面に耐イオン性の硬質な被膜を形成し、選択比の大きな状態でのドライエッチング動作が行なわれ、無機絶縁膜に高い密度で深いコイル溝を容易に構成させることができ、前記のコイル溝に導電材料を充填させると、断面積が大きく所定の巻回数の一層形状の薄膜コイルを容易に作ることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 非磁性体材料製の基板上に、下部コア、無機絶縁膜、導電材料の薄膜によるコイルパターン、上部コア、等を順次に積層してなる薄膜磁気ヘッドの製作に際し、導電材料を充填させて所定形状の薄膜コイルを形成させるための所定形状のコイル溝を無機絶縁膜へ穿設させるのに、被エッチング部材を載置させる方の電極の表面における、少なくとも、前記した被エッチング部材の面積よりも大きな面積を有する部分に窒化シリコンが露出している状態として構成された電極上に、フォトレジスト層により無機絶縁膜上に所定のコイルパターンを有するマスク部材を形成させた状態の被エッチング部材を載置して、フロロカーボン等の弗素系のエッチングガスを用いたリアクティブイオンエッチング法によるドライエッチングを行なう工程を備えたことを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製作方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は薄膜磁気ヘッドの製作方法に関する。

【0002】

【従来の技術】記録媒体に対する情報信号の記録と、記録媒体からの情報信号の再生とを極めて容易に行なうことができる磁気記録再生方式は、多くの技術分野における情報信号の記録再生の手段として広く採用されている。磁気記録再生についても高密度記録化が強く要望されるようになったのに伴い、水平型の薄膜磁気ヘッドとして知られている構成形態のものが、例えば固定ディスク駆動装置(HDD)における浮上型の磁気ヘッドとして、従来から広く実用されて来ている他、薄膜磁気ヘッドをVTR用の回転磁気ヘッドとして使用しようとする試みも行なわれている。ところで、水平型の薄膜磁気ヘッドは、周知のように、例えばフォトリソグラフィ法や各種の成膜技術を適用して、非磁性体材料製の基板上に、下部コア、非磁性材料の絶縁薄膜、導電材料の薄膜によるコイルパターン、非磁性材料の絶縁薄膜、上部コア、等を順次に積層して作られる。

【0003】さて、高出力が得られるような誘導型の薄膜磁気ヘッドを構成するためには、コイルの巻回数を多くすることが必要とされる。そして、前記した薄膜磁気ヘッドのコイルは、下部コアと上部コアとの連結部を中心として、コイルの形成のために使用されるべき限られた空間内に、導電材料の薄膜による渦巻状のコイルパターンによって形成される。前記のように渦巻状のコイルパターンによって形成される薄膜コイルは、その巻回幅を大きくして構成した場合に、コイル抵抗を小さくできるが、磁路長が大となってヘッド効率を低下させる。また、前記とは逆に、コイルの巻回幅を小さくして構成すれば、ヘッド効率は向上するが、コイルの抵抗は大きくなる。ところで、薄膜磁気ヘッドで必要とされる諸特

性が、その薄膜磁気ヘッドの用途に応じて異なることがあるのは当然であるが、どのような用途に使用される薄膜磁気ヘッドについても、良好なS/Nの出力信号が得られるような巻回数を有するコイルが必要とされる。

【0004】例えば、VTRでは、記録再生画像の高品位化、高密度記録再生の実現、等の諸要望を満たすことができる高性能な磁気ヘッドが必要とされるが、前記の点について高密度記録再生特性、高周波特性、等において優れている薄膜磁気ヘッドが着目されるようになった。そして、回転磁気ヘッドとして使用されるVTR用の磁気ヘッドでは、VTRの固定部分に設けられている電気回路との間で、回転トランスを介して信号の送受が行なわれる。そして、前記の回転トランスを介して、低周波帯域の信号の伝送特性を良好にさせたり、ヘッドインピーダンスノイズを低減させるなどのために、前記の薄膜磁気ヘッドの巻線は、直流抵抗が低いことが必要とされる。ところが、薄膜磁気ヘッドのコイルでは、周知構成のバルクヘッドのように線材を巻回して構成させたコイルに比べて、一般に、断面積が大幅に小さく、また抵抗値が高いものになる。

【0005】それで、従来から水平型の薄膜磁気ヘッドにおいて、下部コアと上部コアとの連結部を中心にして導電材料の薄膜によるコイルパターンで構成されるコイルを低抵抗化するために、例えば特開平3-235211号公報に開示されているような手段も提案されている。すなわち、前記した導電材料の薄膜によるコイルパターンで構成されるコイルのコイル幅を、内周部から外周部に向かって広くするという解決策である。しかし、前記のようにコイル形状を、いびつな特種形状のものにした場合には、特性上で余り良い結果が得られないことがある。ところで、磁路長を変えずに所定の巻回数のコイルを備えさせた高い効率の薄膜磁気ヘッドを得ようとして、低い抵抗値の薄膜コイルを形成させるために、従来から一般的に採用されて来た手段は、コイルが巻回されるべき限られた空間内に、コイル幅の大きなコイルパターンを多層に構成させるというものであった。

【0006】すなわち、コイルが巻回されるべき限られた面積の空間内に、所定の巻回数の一層のコイルを形成させた場合には、コイル幅が細いものになるから、当然のことながらコイルの抵抗値が高くなる。一方、抵抗値の低いコイルを得るために、限られた面積内にコイル幅の大きなコイルを形成させた場合には、巻回数が少ないコイルしか得られない。それで、所定の巻回数を有し、かつ、低い抵抗値のコイルを構成させる一方法として、大きなコイル幅を有する薄膜コイルを、多段に積重ねた状態に構成することも行なわれて来た。前記のように薄膜コイルを多段に積重ねて構成したコイルの構成例を、図10の(a)の平面図(透視平面図)及び図10の(b)の縦断面図に示す。図10中に示してある従来の

薄膜磁気ヘッドにおいて、1は非磁性体材料製の基板であり、図7に示す薄膜磁気ヘッドは、前記の基板1上に無機絶縁膜2を介して、下部コア3、上部コア4、中間コア8a、8b、9a、9b、磁気空隙g、導電材料の薄膜による所定のコイルパターンを有する薄膜コイル5、6等の各構成部分が、無機絶縁膜7中に埋没されている状態となるようにして周知のフォトリソグラフィ法、真空成膜法等を適用して製作されていた。図10中において、25は複数の薄膜コイルの端部を接続するためのスルーホール部、26、27は薄膜コイルの端子部である。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、前記のように複数の薄膜コイルを多段に重ねた状態にし、前記の薄膜コイルを直列に接続することによって、低い抵抗値で所定の巻回数を有するコイルを構成させる場合には、当然のことながら製作工程数が多くなり、また製品の歩留りが悪くなる。特に、薄膜磁気ヘッドの歩留りは、薄膜コイルの製作工程の歩留りに依存するといっても過言ではない程に、薄膜コイルの製作工程の歩留りは薄膜磁気ヘッドの総合歩留りに大きな影響を及ぼすことから、周知のフォトリソグラフィ法、真空成膜法等を適用して、複数層の薄膜コイルを繰返し形成させる際に生じる歩留りの低下は重大な問題となる。前記のように、薄膜コイルの製作工程における歩留りが、薄膜磁気ヘッドの製作時の総合歩留りに大きく影響するということから、薄膜コイルを配置するべく用意された限られた面積の空間内に、所定の巻回数の一層のコイルを低い抵抗値の状態で容易に形成できるようにすれば大きなメリットが得られることになる。

【0008】そして周知のように、コイルの抵抗値は、コイルの構成に用いられている導線の断面積に反比例するから、無機絶縁膜に深いコイル溝を穿設させて、コイル幅が小さくても導線の断面積の大きなコイルを構成できれば、一層形状のコイルであっても、抵抗値の低いコイルを作ることも可能である。しかし、無機絶縁膜に対して、幅の小さなコイル溝を狭い間隔で構成させる際には、リアクティブイオンエッチング法によるドライエッチングに当って使用されるべきマスク部材として、使用されたエッチングガスに対して無機絶縁膜が示すエッチングレートに比べて低いエッチングレートを示すものが必要とされる。前記のような必要性がある場合のマスク部材としては、従来から例えば金属の薄膜（例えばクロムの薄膜）を用いてマスク部材を構成させることが知られている。ところが、前記の従来技術を薄膜磁気ヘッドにおけるコイル溝の製作工程に用いたのでは、工程数が多くなるために前記したような従来技術は採用することができないことから、良好な解決策が求められた。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、非磁性体材料

製の基板上に、下部コア、無機絶縁膜、導電材料の薄膜によるコイルパターン、上部コア、等を順次に積層してなる薄膜磁気ヘッドの製作に際し、導電材料を充填させて所定形状の薄膜コイルを形成させるための所定形状のコイル溝を無機絶縁膜へ穿設させるのに、被エッチング部材を載置させる方の電極の表面における、少なくとも、前記した被エッチング部材の面積よりも大きな面積を有する部分に窒化シリコンが露出している状態として構成された電極上に、フォトレジスト層により無機絶縁膜上に所定のコイルパターンを有するマスク部材を形成させた状態の被エッチング部材を載置して、フロロカーボン等の弗素系のエッチングガスを用いたリアクティブイオンエッチング法によりドライエッチングを行なって、無機絶縁膜に高い密度で深いコイル溝を容易に構成させるようにする。

【0010】

【作用】フォトレジスト層により無機絶縁膜上に所定のコイルパターンを有するマスク部材を形成させた被エッチング部材を用意する。前記の被エッチング部材を載置させる第1の電極と、前記した第1の電極に対向配置された第2の電極とが収納されている真空外囲器の内部は、真空ポンプによって所定の真空度になるように排気される。そして、前記の第1の電極は、その表面に被エッチング部材が載置された状態においても、被エッチング部材が載置されていない部分の電極の表面には窒化シリコンが露出している状態とされている。前記の真空外囲器内が所定の真空度にまで排気された後に、第2の電極からCHF₃のようなフロロカーボン等の弗素系のエッチングガスを所定の流量となるように噴出させている状態において、前記の第1、第2の電極に接続させてある高周波電源を動作させて、第1、第2の電極間に所定の電界強度の高周波電界を発生させる。

【0011】前記した第1、第2の電極間に、フロロカーボン等の弗素系のエッチングガスのプラズマが発生して、前記のプラズマにより被エッチング部材における無機絶縁膜に対して、リアクティブイオンエッチング法によるドライエッチングが行なわれて行く。前記したフロロカーボン等の弗素系のエッチングガスのプラズマが、第1の電極の表面に露出している窒化シリコンにも射突していることによりCN基が発生する。前記のCN基は無機絶縁膜上に所定のコイルパターンを有するマスク部材を形成しているフォトレジスト層の表面物質と反応して、フォトレジスト層の表面に耐イオン性の硬質な被膜を形成させる。

【0012】一方、前記したフロロカーボン等の弗素系のエッチングガスのプラズマが射突されている被エッチング部材における無機絶縁膜には、弗素基などが吸着し、そこにフロロカーボン等の弗素系のエッチングガスのイオンが射突するという、イオンアシスト反応が起こってドライエッチングが進行する。それで、CN基とフ

ォトレジスト層の表面物質との反応により、表面に耐イオン性の硬質な被膜が形成されたフォトレジスト層によるマスク部材のエッチングガスに対するエッチングレートが、被エッチング部材における無機絶縁膜のエッチングガスに対するエッチングレートよりも小さくなり、選択比が大きな状態でのドライエッチング動作が行なわれることになる。前記のようにして無機絶縁膜には、高い密度で深いコイル溝を容易に構成させることができ、前記のコイル溝に導電材料を充填させると、断面積が大きく所定形状の薄膜コイルを容易に作ることができる。

【0013】

【実施例】以下、添付図面を参照して本発明の薄膜磁気ヘッドの製作方法の具体的な内容について詳細に説明する。図1は本発明の薄膜磁気ヘッドの製作方法の一部の工程、すなわち、フッ素系等のフッ素系のエッチングガスを使用して無機絶縁膜にリアクティブイオンエッチング法によるドライエッチングによりコイル溝を形成させる際に使用するドライエッチング装置の概略構成を示すブロック図であり、また、図2は本発明の薄膜磁気ヘッドの製作方法によって製作された薄膜磁気ヘッドの概略構成を例示した図、図3乃至図8は本発明の薄膜磁気ヘッドの製作方法による工程を含む薄膜磁気ヘッドの製作工程を説明するのに使用される図、図10及び図11は本発明の薄膜磁気ヘッドの製作方法の説明に補助的に使用される図である。

【0014】本発明の薄膜磁気ヘッドの製作方法の一部の工程、すなわち、フッ素系等のフッ素系のエッチングガスを使用して、リアクティブイオンエッチング法によるドライエッチングにより、無機絶縁膜に対してコイル溝を形成させる工程（図5の（a）～（d）に関連して後述されている工程）で使用されるドライエッチング装置の概略構成を例示した図1において、10は真空外囲器、11はエッチングガスの容器、12、14はバルブ、13は流量計、15は第1の電極（カソード電極）、16は第2の電極（アノード電極）、17は被エッチング部材、18はシールド部材、19は絶縁部材、20、21は冷却水の導管、22は高周波電源、23は真空外囲器内のガス圧力調整用の弁（コンダクタンスバルブ）、24は真空ポンプである。前記の第2の電極16（以下単に、電極16のように記載されることもある）は真空外囲器10とともに接地されている。例えば13.56MHzの周波数の電力の供給源として動作する高周波電源22の一方の端子も接地されている。

【0015】前記の高周波電源22の非接地側の端子は、第1の電極15（以下単に電極15のように記載されることもある）に接続されている。電極15は例えばアルミニウム、銅などのような良好な導電率を有する導電材料で構成されている構成部分15aと、前記の構成部分15aの端面側の構成部分15bとにより構成されている。前記の構成部分15bは窒化シリコン（Si

N）を用いて構成されている。前記の電極15の端部における、窒化シリコンを用いて構成されている構成部分15b上には、被エッチング部材17が載置されて、後述のように例えばCHF₃のようなフッ素系等のフッ素系のエッチングガスを用いたリアクティブイオンエッチング法により、前記の被エッチング部材17に対してドライエッチングが行なわれる。

【0016】そして前記の電極15は、フッ素系等のフッ素系のエッチングガスを用いたリアクティブイオンエッチング法による被エッチング部材17に対するドライエッチング動作時において、前記した被エッチング部材17が載置されていない部分が、窒化シリコンを露出させている表面状態にされていさえすれば、電極15の端面の全体が窒化シリコンによって構成されていなくてもよい。なお、前記した電極15の端面の全体が、窒化シリコンにより被覆されていない状態として電極15が構成された場合でも、被エッチング部材17に対するドライエッチング動作が行なわれている状態において、電極15の端面におけるエッチングガスに曝される部分には、電極15の金属の構成部分が露出することのない構成状態にされることが望ましい。

【0017】冷却水の導管20、21は、図示されていないポンプから送水されて来る冷却水をシールド部材18の内壁と電極15との間に供給する。電極15は前記の冷却水により冷却される。シールド部材18や電極15と、冷却水の導管20、21との間に設けられている絶縁部材19は、高周波電源22から電極15、16間に供給される高周波電力を、他の構成部分に対して不必要に与えないようにする。また、真空ポンプ24は、図1に示されている装置が、被エッチング部材17に対してフッ素系等のフッ素系のエッチングガスを用いたリアクティブイオンエッチング法によりドライエッチング動作を開始する前に、真空外囲器10内を所定の真空度の状態にするための排気や、ドライエッチング動作中における真空外囲器10からの排気を行なう。そして、前記の真空ポンプ24としては、例えば粗引き用のロータリーポンプと、高真空引き用のターボポンプとを備えて構成されているものが使用できる。

【0018】本発明の薄膜磁気ヘッドの製作方法によって製作された薄膜磁気ヘッドの概略構成を、透視平面図及び縦断面図によって、それぞれ示している図2の（a）、（b）において、1は非磁性体材料製の基板であり、前記の基板1上に無機絶縁膜2を介して、下部コア3、上部コア4、中間コア28、29、磁気空隙g、導電材料の薄膜による所定のコイルパターンを有する一層形態の薄膜コイル30等の各構成部分が、無機絶縁膜31中に埋没されている状態のものとして構成されている。図2中において、32～34は薄膜コイルの端子部である。

【0019】そして、前記の図2に例示したような構成

態様を有する薄膜磁気ヘッドは、図3乃至図8にそれぞれ示されているような順次の製作工程を経て製作される。なお、図2中で図面符号31で示してある無機絶縁膜は、図3乃至図8を参照して後述されている、順次の製作工程についての説明によって明らかにしてあるように、時間軸上で不連続的に配置された複数の工程において、それぞれ個別に行なわれる無機絶縁膜の成膜作業によって成膜された、順次の各無機絶縁膜が積重ねられた状態として形成されている多層の無機絶縁膜を、1つの無機絶縁膜31のように表示しているものである。

【0020】さて、図1について既述したドライエッチング装置により、CHF₃ガスのようなフッ素系等の弗素系のエッチングガスを使用して、リアクティブイオンエッチング法によるドライエッチング動作により、被エッチング部材における無機絶縁膜に対してコイル溝を形成させる工程において、被エッチング部材とされる部材は、図3乃至図5の(b)に示されているような順次の工程を経て作られる。まず、図3の(a)は、薄膜磁気ヘッドの基板として用いられる非磁性絶縁材料製の基板1である。前記の基板1としては、非磁性絶縁材料のウエファ、例えばCaTiO₃のウエファあるいはAlTiC材のウエファが用いられてもよい。

【0021】図3の(a)に示されている非磁性絶縁材料製の基板1上には、例えば真空蒸着法、またはスパッタリング法等の真空成膜技術を用いて、非磁性無機絶縁材料の薄膜2が図3の(b)のように下地膜として構成される。前記の非磁性無機絶縁材料の薄膜2は例えば1μm〜2μmの膜厚とされる。また、前記した薄膜2の構成材料としては、Al₂O₃、ZrO₂、TiO₂、SiO₂等の非磁性無機絶縁材料の中から適当な材料が選択使用されてよい。なお、以後の複数の工程における非磁性無機絶縁材料の薄膜の形成に際して使用される構成材料としても、前記したAl₂O₃、ZrO₂、TiO₂、SiO₂等の非磁性無機絶縁材料の中から適当な材料が選択使用されるから、図2中に図面符号31で示してある無機絶縁膜の構成材料は、Al₂O₃、ZrO₂、TiO₂、SiO₂等の非磁性無機絶縁材料の中から選択使用された材料となる。

【0022】基板1上に非磁性無機絶縁材料の薄膜2を形成させた図3の(b)の状態の素材における前記の薄膜2上には、例えば真空蒸着法、またはスパッタリング法等の真空成膜技術により、磁性膜35を図3の(c)のように形成させる。前記した磁性膜35は、例えばCo系のアモルファス、FeNなどの磁性材料を使用して、例えば4μm〜5μmの膜厚のものとして構成させる。前記の磁性膜35上には、例えばスピコート法により、図3の(d)のようにフォトレジスト層36を形成させる。前記のフォトレジスト層36は、例えば東京応化(株)製のOFPR-800を用いて構成させてもよい。

【0023】図3の(d)のフォトレジスト層36には、周知のフォトリソグラフィ法を適用して、下部コアの形状のパターンをフォトレジスト層36に形成させる(図3の(e)参照)。次に、図3の(e)に示されている磁性膜35におけるフォトレジスト層36によって被覆されていない部分を、例えばイオンミリング等の手段の適用により除去して、図3の(f)に示されているように、前記の磁性膜35によって薄膜2上に下部コア3を形成させる。次に、前記の図3の(f)に示されている素材に、例えば真空蒸着法、またはスパッタリング法等の真空成膜技術を用いて、非磁性無機絶縁材料の薄膜37を形成させる。前記の非磁性無機絶縁材料の薄膜37は、Al₂O₃、ZrO₂、TiO₂、SiO₂等の非磁性無機絶縁材料の中から適当な材料を選択使用して下部コア3の厚さ以上の膜厚のものとして形成させる(前記の図3の(g))。

【0024】図3の(g)に示されるような素材における非磁性無機絶縁材料の薄膜37の盛上っている部分を研磨して、前記の図3の(h)に示されているように、下部コア3が非磁性無機絶縁材料の薄膜37中に埋設された状態で、かつ、下部コア3の上面が非磁性無機絶縁材料の薄膜37から露出している状態の素材とされる。前記したように、下部コア3が非磁性無機絶縁材料の薄膜37中に埋設された状態とされている素材の上面には、中間コアを形成させるために用いられる磁性膜38が、例えば真空蒸着法、またはスパッタリング法等の真空成膜技術により、図4の(a)のように形成させる。前記した磁性膜38は、例えばCo系のアモルファス、FeNなどの磁性材料を使用して、例えば10μm〜11μmの膜厚のものとして構成させる。前記の磁性膜38上には、例えばスピコート法により、図4の(b)のようにフォトレジスト層39を形成させる。前記のフォトレジスト層39としても、例えば、前述の東京応化(株)製のOFPR-800を用いることができる。

【0025】図4の(b)のフォトレジスト層39には、周知のフォトリソグラフィ法を適用して、中間コアの形状のパターンをフォトレジスト層39に形成させる。図3の(c)は、フォトレジスト層39に、中間コアのパターンを介して露光した後に現像処理を行なった結果として得られる中間コアのマスクを例示している。次いで、図4の(c)中に示されている磁性膜38において、フォトレジスト層39によるマスクパターンによって被覆されていない部分を、例えばイオンミリング等の手段の適用により除去して、図4の(d)に示されているように、前記の磁性膜38によって下部コア3(35)上に中間コア38を形成させる。下部コア3上に中間コア38が形成された素材には、例えば真空蒸着法、またはスパッタリング法等の真空成膜技術を用いて、非磁性無機絶縁材料の薄膜40(無機絶縁膜40)を形成

させた後に研磨を行なうことにより、前記の中間コア38が、 Al_2O_3 、 ZrO_2 、 TiO_2 、 SiO_2 等の非磁性無機絶縁材料の内から選択使用された非磁性無機絶縁材料中に、中間コア38が埋設された状態の図4の(e)に示されるような素材とされる。

【0026】下部コア3上に形成させる前記の中間コア38は、既述した下部コア3の形成時と同様な工程を経て、下部コア3の膜厚に比べて大きな膜厚を有するものとして構成させている。図11の(a)、(b)は、非磁性無機絶縁材料(絶縁膜)中に、磁性膜が埋設された状態の素材が、磁性膜の厚さが薄い場合と、磁性膜の厚さが大きい場合とにおいて、前記の素材の製作時にマスクとして使用されるフォトレジスト膜の膜厚が、磁性膜の膜厚に応じて変化することを示している図である。厚さの大きな磁性膜の加工に際して必要とされる厚さの大きなフォトレジスト膜は、例えば、投影型縮小露光装置(G線ステッパ)を使用し、フォトレジスト膜の内部に光源の像を結像させるようにして厚さの大きなフォトレジスト膜の全体を充分に露光させた後に、現像処理を行なうことにより構成できる。

【0027】次に、非磁性無機絶縁材料の薄膜40中に中間コア38が埋設された状態の図4の(e)に示されるような素材上に、例えばスピコート法により、図5の(a)のようにフォトレジスト層41を形成させる。前記のフォトレジスト層41としても、例えば、前述の東京応化(株)製のOFPR-800を用いることができる。次いで、図5の(a)のフォトレジスト層41に、周知のフォトリソグラフィ法を適用して、コイル溝、スルーホール等の形成に必要なパターンをフォトレジスト層41に形成させる。図5の(b)は、前記したフォトレジスト層41に、コイル溝、スルーホール等の形成に必要なパターンを介して露光した後に現像処理を行なった結果として得られるマスク部材を例示している。図中における41a、41a…は、フォトレジスト層41に設けられたフォトレジスト層の除去部分を示している。

【0028】図5の(b)に示されている素材が、図1中に示されている被エッチング部材17とされるのであり、前記の被エッチング部材17は、真空外囲器10中の第1の電極15における窒化シリコンを用いて構成されている構成部分15b上に載置される。次いで、真空外囲器10を密封した後に、真空ポンプ24を始動させて、真空外囲器10内からの排気を開始する。約2時間の排気動作の後に、バルブ12、14を開いて、エッチングガス源とされるエッチングガスの容器11から、エッチングガス(例えばCHF₃のようなフッ素系等のフッ素系のエッチングガス)を真空外囲器10内に導入する。前記のエッチングガスの供給量は、流量計13を用いることによって所定量に定められる。

【0029】前記のエッチングガスの容器11から真空

外囲器10内に導入されたCHF₃のようなフッ素系等のフッ素系のエッチングガスは、第2の電極16の表面に穿設されている多数の孔から真空外囲器10内に噴出する。また、冷却水の導管20、21によって、第1の電極15とシールド部材18間に供給される冷却水によって、第1の電極15を冷却させる。さらに、コンダクタンスバルブを調整して、真空外囲器10内のエッチングガスの圧力を適正にする。そして、第1の電極15と第2の電極16とに、高周波電源22から高周波電力の供給を開始すると、前記した第1、第2の電極間に、フッ素系等のフッ素系のエッチングガスのプラズマが発生する。

【0030】それで、第1の電極15上に載置されている被エッチング部材17における無機絶縁膜40には、前記したCHF₃ガスのプラズマにより、リアクティブイオンエッチング法によるドライエッチングが行なわれて、前記の被エッチング部材17における非磁性無機絶縁材料の薄膜40に、溝40a、40a…が形成される。ところで、前記したフッ素系等のフッ素系のエッチングガスのプラズマは、第1の電極15の表面に露出している窒化シリコンにも射突しており、前記のエッチングガスが第1の電極15の表面に露出している窒化シリコンにも射突することにより、CNラジカル(CN基)が発生する。そして、発生した前記のCN基は、無機絶縁膜40上に、所定のコイルパターン、その他のパターンを有するようなマスク部材として構成されているフォトレジスト層41の表面物質と反応して、フォトレジスト層41の表面に耐イオン性の硬質な被膜を形成させる。

【0031】一方、前記したCHF₃のようなフッ素系等のフッ素系のエッチングガスのプラズマが射突されている被エッチング部材17における無機絶縁膜40には、フッ素基などが吸着し、そこにフッ素系等のフッ素系のエッチングガスのプラズマが射突するという、イオンアシスト反応が起こってドライエッチングが進行する。それで、CN基とフォトレジスト層41の表面物質との反応により、表面に耐イオン性の硬質な被膜が形成されたフォトレジスト層41によるマスク部材のエッチングガスに対するエッチングレートが、被エッチング部材17における無機絶縁膜40のエッチングガスに対するエッチングレートよりも小さくなり、選択比が大きな状態でのドライエッチング動作が行なわれることになる。

【0032】前記のようにして無機絶縁膜40には、図5の(c)に例示されているように高密度で深いコイル溝、その他の溝40a、40a、…を容易に構成させることができる。前記のように無機絶縁膜40に対して、所定の深さの溝が構成されたならば、真空外囲器10内で行なわれていたエッチング動作を停止させて、素材を真空外囲器10外に取出す。図11の各図は、被エ

エッチング材とされる絶縁膜のエッチングレートと、フォトリソグロフによって形成させたマスク部材のエッチングレートとの比（選択比）が小さい場合を示す図11の（c）、（d）と、被エッチング材とされる絶縁膜のエッチングレートと、フォトリソグロフによって形成させたマスク部材のエッチングレートとの比（選択比）が大きい場合を示す図11の（e）、（f）とを並べて示すことにより、同一の厚さのマスク部材を用いても、選択比の高いマスク部材を用いることにより、容易に深い溝を絶縁膜に形成させることができることを図示説明している。

【0033】図5の（d）は、図5の（c）に示す工程によって、無機絶縁膜40に対して高い密度で深いコイル溝、その他の溝40a、40a、…が構成された状態の素材に残されたフォトリソグロフ層41によるマスク部材を除去した状態の素材を示している。次に、前記した図5の（e）は、前記のように無機絶縁膜40に対して高い密度で深く構成されたコイル溝、その他の溝40a、40a、…を導電材料Mで充填させた後に、表面を研磨した状態を示している。溝40a、40a、…に対して導電材料Mを充填させるのには、例えば真空蒸着法等の手段によって導電材料（例えば銅）を蒸着させるようにしてもよい。このようにして、断面積が大きく所定形状の薄膜コイルM（図2中のコイル30）や、スルーホール（図2中のスルーホール31）を容易に構成させることができる。

【0034】次に、無機絶縁膜40に穿設させた多数の溝40a、40a、…に、導電材料Mを充填させて、薄膜コイルやスルーホール等を構成させた状態の図5の（e）に示される素材の上面に、例えばフォトリソグロフ法を適用してフォトリソグロフによるマスクパターンを形成させた後に、真空蒸着法、またはスパッタリング法等の真空成膜技術を用いて、図6の（a）に示すように所要パターンの非磁性無機絶縁材料の薄膜42（無機絶縁膜42、下地膜42）を形成させる。図中の42aの部分は中間コアを形成する既述の磁性膜38の上端部と、後述の上部コアとを連結させる部分と対応して、非磁性無機絶縁材料の薄膜42が形成されないようにした部分を示している。前記の下地膜42としては、Al₂O₃、ZrO₂、TiO₂、SiO₂等の非磁性無機絶縁材料の中から選択使用された非磁性無機絶縁材料を用いて、例えば膜厚が0.18μm～0.2μmのものとして構成される。前記の下地膜42の厚さは、磁気空隙gに設定させるべき所定の磁気空隙長と対応している。

【0035】図5の（e）に示される素材における、中間コアを形成している既述の磁性膜38の上端部と、後述の上部コアとを連結させる部分を除く部分に形成させるべき前記した図6の（a）に示すような所要パターンを有する非磁性無機絶縁材料の薄膜42（無機絶縁膜42、下地膜42）は、次のようにして形成させてもよい。す

なわち、まず、Al₂O₃、ZrO₂、TiO₂、SiO₂等の非磁性無機絶縁材料の中から選択使用された非磁性無機絶縁材料を用いて、図5の（e）に示されるような素材の上面の全体に、例えば真空蒸着法、またはスパッタリング法等の真空成膜技術により、膜厚が0.18μm～0.2μmの無機絶縁膜42を形成させる。次いで、前記した無機絶縁膜42上に、例えばフォトリソグロフ法を適用してフォトリソグロフによるマスクパターンを形成させた後に、イオンミリングにより図中の42aの部分の無機絶縁膜42を除去するのである。

【0036】次に図6の（a）に示す素材における無機絶縁膜42が形成された方の面に、例えば真空蒸着法、またはスパッタリング法等の真空成膜技術により、例えばCo系のアモルファス、FeNなどの磁性材料を使用して、膜厚が例えば5μm～6μmの磁性膜43を図6の（b）のように形成させる。前記の磁性膜43上には、例えばスピンコート法により、図6の（c）のようにフォトリソグロフ層44を形成させる。前記のフォトリソグロフ層44としては、既述した東京応化（株）製のOPR-800が用いられてもよい。

【0037】図6の（c）のフォトリソグロフ層44には、周知のフォトリソグロフ法を適用して、露光工程、現像工程等の諸工程を経て、図6の（d）のフォトリソグロフ層44で示されるような上部コアのマスク部材44を、磁性膜43上に形成させる。そして、前記した上部コアのマスク部材44によってマスクされていない磁性膜43の部分、すなわち、露出している磁性膜43の部分を例えばイオンミリングによって除去すると、図7の（a）に示されているように、上部コアと対応する部分の磁性膜43だけが残された状態の素材が得られる。次に、前記の上部コアとされる磁性膜43上のマスク部材を除去すると、図7の（b）に示されるような素材が得られる。

【0038】次に、磁性膜43により前記のように上部コア4が形成された素材には、例えば真空蒸着法、またはスパッタリング法等の真空成膜技術を用いて、図7の（c）に示されているように非磁性無機絶縁材料の薄膜45（無機絶縁膜45）を形成させる。前記した非磁性無機絶縁材料の薄膜45は、例えばAl₂O₃、ZrO₂、TiO₂、SiO₂等の非磁性無機絶縁材料の中から選択使用された材料を用いて形成される。図7の（c）に示されている素材に対して研磨加工を施すことにより、Al₂O₃、ZrO₂、TiO₂、SiO₂等の非磁性無機絶縁材料の中から選択使用された非磁性無機絶縁材料中に、上部コア4が埋設された状態の図7の（d）に示されるような素材が得られる。

【0039】次いで、前記した図7の（d）に示されるような素材における上部コア4側には、例えばAl₂O₃、ZrO₂、TiO₂、SiO₂等の非磁性無機絶縁材料の中から選択使用された材料を用いて、例えば真空蒸着

法、またはスパッタリング法等の真空成膜技術により膜厚が $1\mu\text{m}$ 程度の絶縁膜46を形成させて、図8の(a)に示されるような素材を得る。次に、図8の(a)に示されるような素材における無機絶縁膜46、45、42に対して、コイルの端部をコイル端子に接続させるための導体部を構成するためのスルーホール用の孔48、49を、リアクティブイオンエッチング法を適用して構成して、図8の(b)に示されるような素材を得る。前記した図8の(b)に示されている素材におけるスルーホール用の孔48、49に、例えば真空蒸着法、あるいはスパッタリング法等の真空成膜技術と、フォトリソグラフィ技術とを用いて、導電材料、例えば銅によって導線部50、51を構成させ、図8の(c)に示されるような素材を得る。

【0040】次に、前記した図8の(c)に示されるような素材における絶縁膜46上に、例えば真空蒸着法、またはスパッタリング法等の真空成膜技術を用いて、保護膜として使用される絶縁膜47を、 Al_2O_3 、 ZrO_2 、 TiO_2 、 SiO_2 等の非磁性無機絶縁材料の内から選択使用された非磁性無機絶縁材料によって形成させて図9の(a)に示されるような素材を得る。前記した図9の(a)に示されるような素材における絶縁膜47における端子部と対応している部分をリアクティブイオンエッチング法の適用により除去して、図9の(b)に示されるような素材とする。前記の図9の(b)に示される素材は、図9の(c)に示されるような図中のA-A線位置において切断された後に、その切断面が研磨されることにより薄膜磁気ヘッドの摺動面とされる。

【0041】

【発明の効果】以上、詳細に説明したところから明らかなように本発明の薄膜磁気ヘッドの製作方法は、フォトレジスト層により無機絶縁膜上に所定のコイルパターンを有するマスク部材を形成させた被エッチング部材を載置させた第1の電極が、表面に被エッチング部材が載置された状態においても、被エッチング部材が載置されていない部分の電極の表面には窒化シリコンが露出している状態とされており、フロロカーボン等の弗素系のエッチングガスのプラズマにより被エッチング部材における無機絶縁膜に対して、リアクティブイオンエッチング法によるドライエッチングが行なわれて行く際に、前記したフロロカーボン等の弗素系のエッチングガスのプラズマが、第1の電極の表面に露出している窒化シリコンにも射突して発生したCN基が、無機絶縁膜上に所定のコイルパターンを有するマスク部材を形成しているフォトレジスト層の表面物質と反応して、フォトレジスト層の表面に耐イオン性の硬質な被膜を形成することにより、マスク部材のエッチングガスに対するエッチングレートが、被エッチング部材における無機絶縁膜のエッチングガスに対するエッチングレートよりも小さくなり、選択比が大きな状態でのドライエッチング動作が行なわれる

ために、無機絶縁膜には、高い密度で深いコイル溝を容易に構成させることができ、前記のコイル溝に導電材料を充填させると、断面積が大きく所定の巻回数の一層形状の薄膜コイルを容易に作るできるので、本発明の薄膜磁気ヘッドの製作方法によれば、良好な総合歩留りて特性の優れた薄膜磁気ヘッドを容易に提供することができ、本発明により従来の問題点は良好に解決できる。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】本発明の薄膜磁気ヘッドの製作方法の一部の工程で使用されるドライエッチング装置の概略構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の薄膜磁気ヘッドの製作方法によって製作された薄膜磁気ヘッドの概略構成を例示した図である。

【図3】本発明の薄膜磁気ヘッドの製作方法による工程を含む薄膜磁気ヘッドの製作工程を説明するのに使用される図である。

20 【図4】本発明の薄膜磁気ヘッドの製作方法による工程を含む薄膜磁気ヘッドの製作工程を説明するのに使用される図である。

【図5】本発明の薄膜磁気ヘッドの製作方法による工程を含む薄膜磁気ヘッドの製作工程を説明するのに使用される図である。

【図6】本発明の薄膜磁気ヘッドの製作方法による工程を含む薄膜磁気ヘッドの製作工程を説明するのに使用される図である。

【図7】本発明の薄膜磁気ヘッドの製作方法による工程を含む薄膜磁気ヘッドの製作工程を説明するのに使用される図である。

30 【図8】本発明の薄膜磁気ヘッドの製作方法による工程を含む薄膜磁気ヘッドの製作工程を説明するのに使用される図である。

【図9】本発明の薄膜磁気ヘッドの製作方法による工程を含む薄膜磁気ヘッドの製作工程を説明するのに使用される図である。

【図10】本発明の薄膜磁気ヘッドの製作方法の説明に補助的に使用される図である。

40 【図11】本発明の薄膜磁気ヘッドの製作方法の説明に補助的に使用される図である。

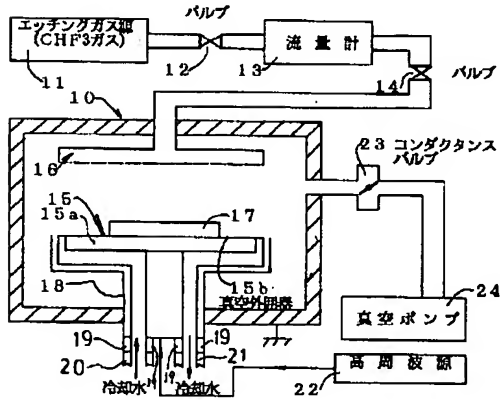
【符号の説明】

1…基板、2…無機絶縁膜、3…下部コア、4…上部コア、5、6、30…薄膜コイル、7、31…無機絶縁膜、8a、8b、9a、9b、28、29…中間コア、10…真空外囲器、11…エッチングガスの容器、12、14…バルブ、13…流量計、15…第1の電極(カソード電極)、16…第2の電極(アノード電極)、17…被エッチング部材、18…ジールド部材、19…絶縁部材、20、21…冷却水の導管、22…高周波電源、23…真空外囲器内のガス圧力調整用の弁

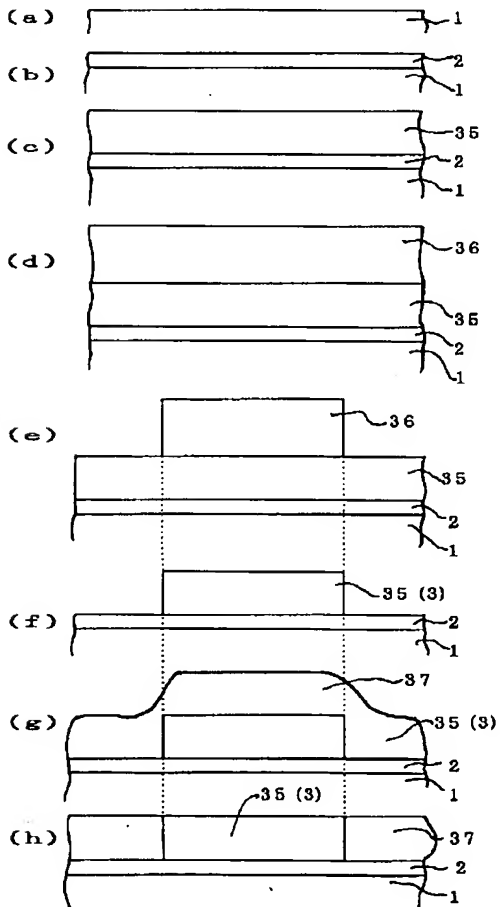
15

(コンダクタンスバルブ)、24…真空ポンプ、25…スルーホール部、26, 27, 32~34…薄膜コイルの端子部、30…導電材料の薄膜による所定のコイルパターンを有する一層形態の薄膜コイル、31, 37, 4

【図1】



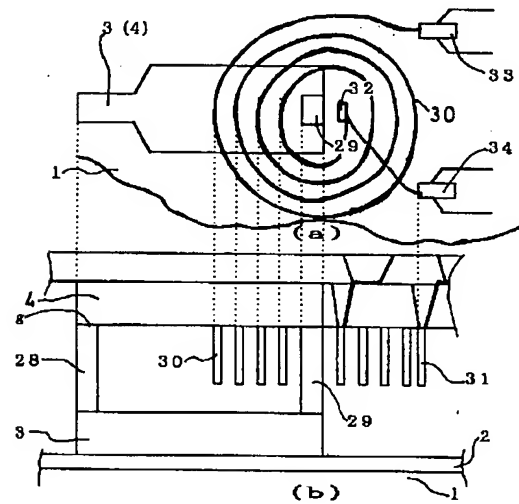
【図3】



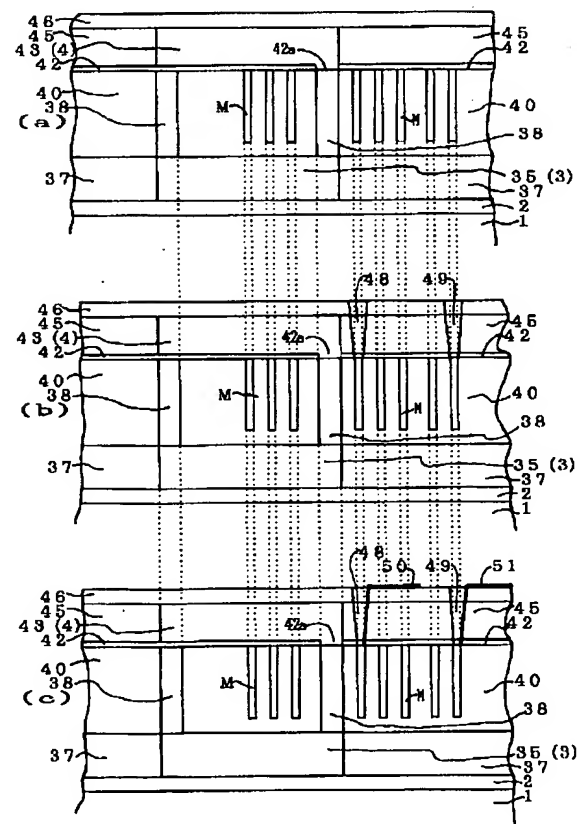
16

0, 42, 45~47…無機絶縁膜、35, 38, 43…磁性膜、36, 39, 41, 44…フォトリソスト層、40a…溝、48, 49…スルーホール用の孔、g…磁気空隙、

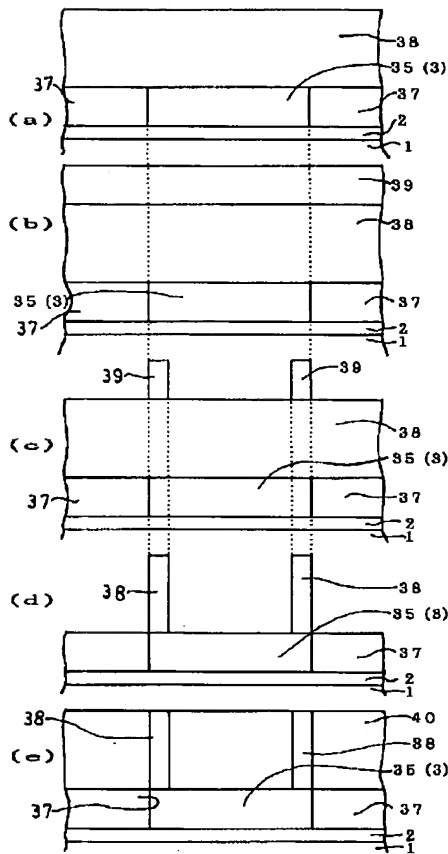
【図2】



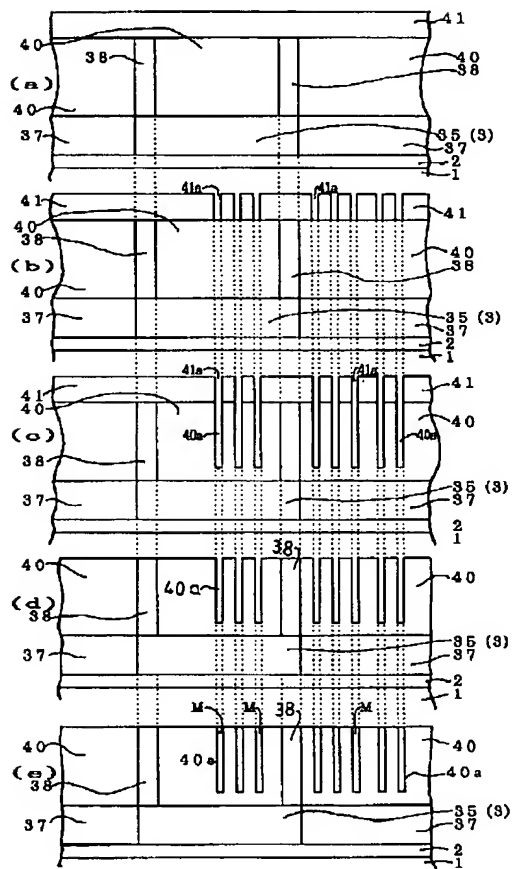
【図8】



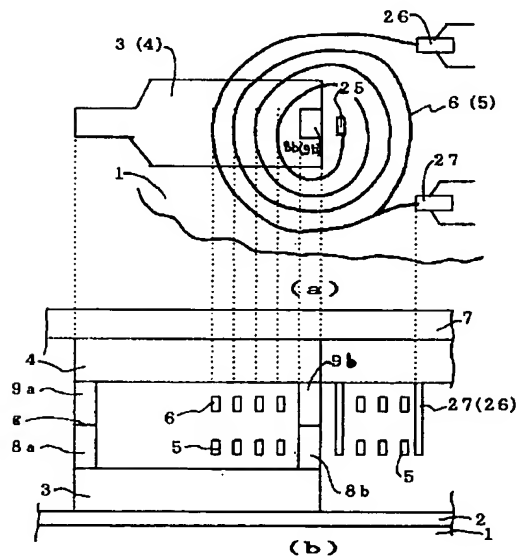
【図4】



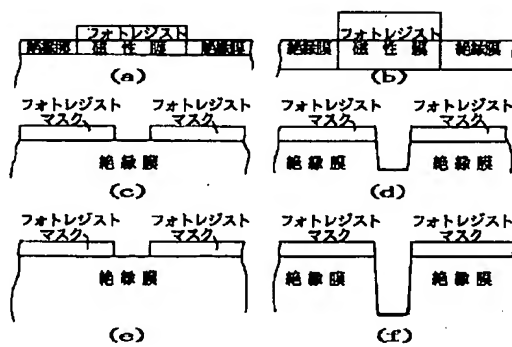
【図5】



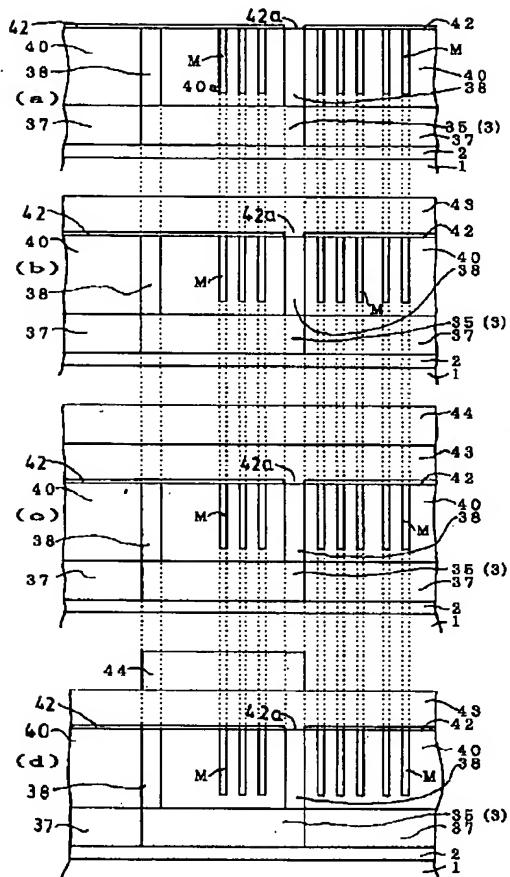
【図10】



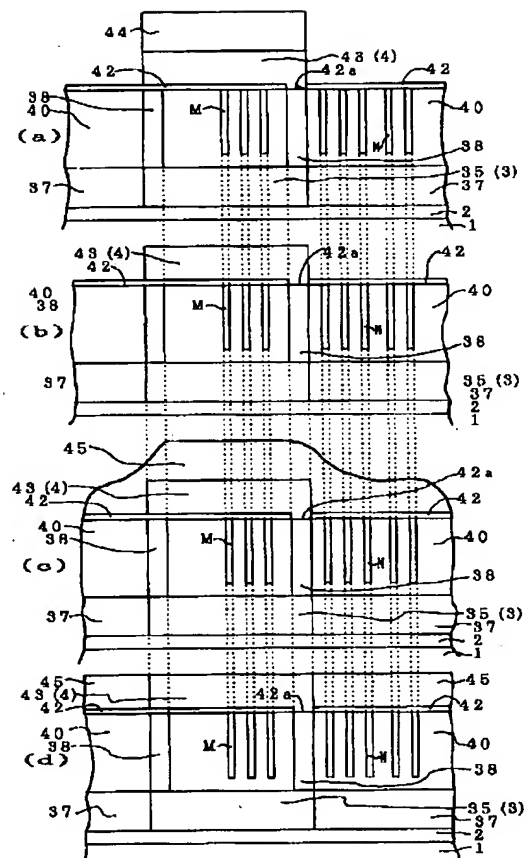
【図11】



【図6】



【図7】



【図9】

